

УДК 681.51

Ю.О. СМОЛІН**ДВОЙСТІЙ ПІДХІД ДО ОЦІНКИ КІЛЬКІСНИМИ КРИТЕРІЯМИ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ**

Розглянуті основні критерії кількісної оцінки телекомунікаційних систем. Показано, що існуючі кількісні критерії відображають технічні можливості системи і не враховують супутні фактори, які відбивають суть інноваційної діяльності в телекомунікаційних системах. Запропоновано проводити оцінку кількісними параметрами телекомунікаційних систем з урахуванням інноваційних технологій у два етапи. Кількісні критерії поділені на дві групи, в залежності від етапу розробки або етапу експлуатації системи. Кожну групу критеріїв поділено на дві підгрупи: абсолютні та відносні. Введено поняття проміжних оцінок та вагових коефіцієнтів. Отримані вирази для визначення проміжних та підсумкових кількісних оцінок якості телекомунікаційних систем на різних етапах. Проведено дослідження можливості двоїстого підходу до критеріїв оцінки телекомунікаційних систем.

Ключові слова: кількісні критерії, інноваційні технології, телекомунікаційні системи, етапи оцінки, проміжні оцінки.

Ю.А. СМОЛИН**ДВОЙСТВЕННЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ КОЛИЧЕСТВЕННЫМИ КРИТЕРИЯМИ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ТЕЛЕКОМУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ**

Рассмотрены основные критерии количественной оценки телекоммуникационных систем. Показано, что существующие количественные критерии отражают технические возможности системы и не учитывают сопутствующие факторы, которые отражают суть инновационной деятельности в телекоммуникационных системах. Предложено проводить оценку количественными параметрами телекоммуникационных систем с учетом инновационных технологий в два этапа. Количественные критерии разделены на две группы, в зависимости от этапа разработки или этапа эксплуатации системы. Каждая группа критериев разделена на две подгруппы: абсолютные и относительные. Введено понятие промежуточных оценок и весовых коэффициентов. Получены выражения для определения промежуточных и суммарных количественных оценок качества телекоммуникационных систем на разных этапах. Проведено исследование возможности двойственного подхода к критериям оценки телекоммуникационных систем.

Ключевые слова: количественные критерии, инновационные технологии, телекоммуникационные системы, этапы оценки, промежуточные оценки.

Y.A. SMOLIN**DUAL APPROACH TO ESTIMATION OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN TELECOMMUNICATION SYSTEMS VIA QUANTITATIVE CRITERIA**

The main criteria for quantitative evaluation of telecommunication systems are considered. It is shown that the existing quantitative criteria reflect the technical capabilities of the system and do not take into account the attendant factors that reflect the essence of innovative activity in telecommunication systems. It is proposed to assess the quantitative parameters of telecommunication systems taking into account innovative technologies in two stages. The quantitative criteria are divided into two groups, depending on the stage of development or the stage of operation of the system. Each group of criteria is divided into two subgroups: absolute and relative. The notion of intermediate estimates and weighting coefficients is introduced. Expressions were obtained for determining intermediate and total quantitative assessments of the quality of telecommunication systems at different stages. The feasibility of a dual approach to the evaluation criteria for telecommunication systems.

Keywords: quantitative criteria, innovative technologies, telecommunication systems, evaluation stages, interim assessments.

Вступ. В законі України [1], що визначає пріоритетні напрямками розвитку науки і техніки на період до 2020 року, одним з основних таких напрямів визначено інформаційні та комунікаційні технології.

В рішеннях Комітету з питань науки і освіти [2], визначено, що пріоритетними цілями інноваційного розвитку наукового сектору України є формування сучасного технологічного оснащення та інформаційного забезпечення їх праці, раціональній організації науково-дослідних, дослідно-конструкторських розробок.

Слід зазначити, що реалізація цих завдань є неможливою без здійснення інноваційної діяльності кожного окремого суб'єкта господарювання, ефективність якої залежить від своєчасної, виваженої та комплексної оцінки.

Тому виникає потреба у створенні науково – обґрунтованого інструментарію оцінки ефективності інноваційної діяльності підприємств.

Ефективність впровадження нового продукту залежить від сукупності чинників, що впливають на інноваційну діяльність [3]. У зв'язку з цим, основним напрямом методологічних досліджень теорії оцінки інновацій є створення системи реальної, практичної оцінки ефективності впровадження інновацій, яка б

одержала загальне визначення як економічно правильний, логічно обґрунтований і водночас придатний для використання в практиці підприємств метод. Формування системи оцінки ефективності інновацій діяльності обумовлюється врахуванням особливостей діяльності підприємства.

Телекомунікації відіграють значну роль в соціальній та економічній діяльності суспільства, забезпечуючи підтримку розвитку економіки держави та соціальної сфери. Розвиток телекомунікацій повинен здійснюватися випереджувальними темпами порівняно із загальними темпами розвитку економіки і буде визначальним на найближчу і більш віддалену перспективу.

Постановка проблеми. Не дивлячись на велике різноманіття технологічних рішень в області телекомунікаційних мереж, їх якість визначається суб'єктивною оцінкою сукупності певних характеристик та їх відповідності заданим вимогам.

Це накладає вплив людського фактору на результат оцінки і відсутність рівних умов для оцінки різних технологічних рішень. Відсутність системного і комплексного підходу до оцінки

телекомунікаційних систем гальмує розвиток інформаційних технологій в умовах будь-якої країни. Як правило, вибір різних технологічних рішень визначається співвідношенням ціна/якість, і якщо з ціною все більш-менш зрозуміло, то якість досі є доволі розмитим поняттям.

Існують різні способи оцінки телекомунікаційних систем. Як правило, вони мають вигляд переліку критеріїв, за якими оцінюється та чи інша властивість мережі. Недоліком такого підходу до оцінювання є його несистемність і суб'єктивність. Порівнюючи декілька технологічних рішень за певним критерієм, не враховується вплив інших властивостей, що не дозволяє об'єктивно оцінити якість кожної мережі в цілому.

Так як саме поняття якості є відносним, то для об'єктивності необхідно виробити таку систему критеріїв оцінки, у якій градація продуктів діяльності буде максимально точно виражатись відношенням кожного об'єкту до умовної одиниці. Умовна одиниця може мати будь яку вагу, а пропорційність при цьому залишиться сталою. Саме тому кількісна оцінка якості має враховувати всі найважливіші загальні і окремі параметри, які описують фізичні властивості і особливості телекомунікаційних систем незалежно від їх призначення чи області використання.

Аналіз літературних джерел [3,4,5,6,7] показав, що існуюча оцінка якості застосування інноваційних технологій в різних системах проводиться за допомогою десятків різних кількісних критеріїв. При чому виділити з них головні і основоположні достатньо важко, оскільки в кожному конкретному випадку вони різні.

Перелік найбільш важливих критеріїв такої оцінки із системних обґрунтуванням їх важливості наведено в роботі [8]. Ці критерії відображають основоположні вимоги до телекомунікаційних систем і мають такі визначення:

1) Пропускна спроможність каналу зв'язку – критерій, що визначає максимальну пропускну здатність каналу зв'язку, яка може бути досягнута при використанні тієї чи іншої технології.

2) Максимальна довжина транспортної ділянки – критерій, який використовується виключно для оцінки технологій побудови транспортних мереж і визначає максимальне (відповідно до стандарту або рекомендації) відстань, на яку може бути організований канал зв'язку з використанням тієї чи іншої технології.

3) Максимальна відстань до абонента – критерій, який використовується виключно для оцінки технологій побудови мереж доступу і визначає максимальне (згідно стандартам або рекомендаціями) відстань, на яку може бути організований канал зв'язку між абонентським пристроєм і комутуючим обладнанням оператора.

4) Час відновлення зв'язку – критерій, що визначає орієнтовний час відновлення зв'язку (оновлюється можливість передачі корисної інформації) на ділянці мережі, побудованому з

використанням тієї або іншої технології, після відновлення фізичного каналу.

5) Максимальна швидкість передачі корисної інформації – критерій, який визначає максимально допустиму швидкість передачі корисної інформації (побічно відображає надмірність), яка може бути досягнута при використанні тієї або іншої технології.

6) Можливість управління навантаженням – критерій, який відображає підтримку тієї або іншої технологією механізмів управління навантаженням в мережі (гнучкість маршрутизації, підтримка динамічної реконфігурації і т.д.).

7) Підтримка резервування – критерій, який відображає підтримку тієї або іншої технологією механізмів резервування каналів зв'язку (можливість перемикавання в автоматичному режимі на резервне напрямку у випадку виходу з ладу основного).

8) Ефективність управління – критерій, що відображає ефективність системи управління, використовуваної тієї або іншою технологією побудови транспортної мережі оператора з урахуванням її типу (централізована, розподілена, гібридна).

9) Доступність обладнання – критерій, що відображає наявність (або відсутність) досить великого ринку виробників і моделей устаткування, яке може бути використане для будівництва транспортної мережі з використанням тієї чи іншої технології.

10) Доступність фахівців – критерій, що відображає наявність (або відсутність) достатньої кількості фахівців на місцевому ринку праці, які можуть бути задіяні для будівництва, розвитку та поточного обслуговування обладнання тієї чи іншої технології побудови транспортної мережі оператора.

11) Наявність готових рішень – критерій, що відображає наявність (або відсутність) прикладів реалізації транспортних мереж операторів телекомунікацій на базі тієї чи іншої технології.

12) Рівень стандартизації – критерій, що відображає рівень стандартизації тієї чи іншої технології побудови транспортних мереж.

13) Сумісність з видами навантаження – критерій, що відображає сумісність тієї чи іншої технології побудови транспортних мереж з різними типами корисного навантаження (ІР-трафік, цифрові потоки E_x / T_x і т.д.).

14) Сумісність із середовищем передачі – критерій, що відображає сумісність тієї чи іншої технології побудови транспортних мереж з різними типами середовища передачі (ВОЛЗ, радіо ефір, мідні кабелі).

15) Підтримка управління діями абонента – наявність можливості обладнання управляти або обмежувати дії абонента, які можуть привести до нестабільної роботи мережі доступу, або є протиправними діями.

16) Сумісність обладнання різних виробників – критерій, що відображає можливість використання обладнання, необхідного для побудови транспортної

мережі за допомогою тієї чи іншої технології, виробленого різними виробниками.

Ці критерії характеризують телекомунікаційні системи, у досить повному обсязі, тільки з точки зору їх технічних можливостей.

Якщо ж ці критерії використовувати для оцінки якостей телекомунікаційних систем і не враховувати при цьому супутні фактори, які відбивають суть інноваційної діяльності в телекомунікаційних мережах, то можна отримати тільки суб'єктивну кількісну оцінку якості телекомунікаційних систем, яка не враховує всіх її особливостей.

Мета роботи. Удосконалити систему кількісних критеріїв оцінки телекомунікаційних систем з урахуванням використання інноваційних технологій при створенні таких систем та їх експлуатації.

Основна частина. Для отримання об'єктивної та достеменною оцінки кількісними критеріями телекомунікаційних систем, з урахуванням інноваційних технологій в цих системах таку оцінку слід проводити у два етапи:

а) Перший – стосовно до етапу розробки, що дасть можливість оцінити продукт, який ще не пройшов випробування часом і, отже, не зарекомендував себе певним чином.

б) Другий – для оцінювання вже готової і функціонуючої, або функціонуючої у минулому, на протязі певного проміжку часу, телекомунікаційної системи.

Відомо, що між теорією і практикою є дуже велика відмінність, бо в теорії розглядається

ідеальний набір умов, які можна спрогнозувати відповідно до обставин. На практиці ж вплив відкинутих і неврахованих умов може дати вагому похибці в остаточному результаті роботи пристрою, чи групи пристроїв. До того ж цінність деяких критеріїв оцінки вагома лише на етапі розробки, бо, наприклад, будучи вже функціонуючою, телекомунікаційна система не залежить від факторів, які безпосередньо впливають на можливість її реалізації.

Тому кожен критерій необхідно досліджувати відносно двох виділених груп стосовно двох вищевказаних етапів.

Основа запропонованого двоїстого підходу полягає у визначенні приналежності кожного критерію оцінювання до однієї з двох груп. Перша група оцінок – ті, які можна зробити на етапі розробки проекту телекомунікаційної системи. Друга – в процесі експлуатації.

У свою чергу оцінки діляться на дві підгрупи – абсолютні і відносні. Абсолютні – це ті, що дають вичерпний результат, відносні – прогностичний.

В ході дослідження до групи етапу розробки було віднесено 11 абсолютних оцінок і 5 відносних. До групи етапу експлуатації – лише 10 абсолютних. Це пов'язано з тим, що оцінювання на етапі експлуатації не може мати прогностичного характеру, і 6 з 16 оцінок не мають особливого значення для вже збудованої телекомунікаційної системи.

Результати цього етапу дослідження представлені в таблиці 1.

Таблиця 1. Приналежність оцінки до кожної з груп

Критерій оцінювання	Етап розробки	Етап експлуатації
Пропускна спроможність каналу зв'язку	Відносна	Абсолютна
Максимальна довжина транспортної ділянки	Абсолютна	-
Максимальна відстань до абонента	Абсолютна	-
Час відновлення зв'язку	Відносна	Абсолютна
Максимальна швидкість передачі корисної інформації	Відносна	Абсолютна
Можливість управління навантаженням	Абсолютна	Абсолютна
Підтримка резервування	Абсолютна	Абсолютна
Ефективність управління	Абсолютна	Абсолютна
Доступність обладнання	Абсолютна	-
Доступність спеціалістів	Абсолютна	-
Наявність готових рішень	Абсолютна	-
Рівень стандартизації	Абсолютна	Абсолютна
Сумісність із видами навантаження	Відносна	Абсолютна
Сумісність із середовищем передачі	Відносна	Абсолютна
Підтримка управління діями абонента	Абсолютна	Абсолютна
Сумісність обладнання різних виробників	Абсолютна	-

З метою урахування різних умов можливостей проведення одних і тих же оцінок на різних етапах пропонується ввести проміжні оцінки кількісних параметрів.

При розробці проміжних оцінок було введено такі поняття:

а) орієнтовне значення – номінальне значення, яке виражає характеристику, що зазначена у технічній документації до певної технології;

б) розрахункове значення – значення, отримане в результаті урахування умов, що впливають на зміну орієнтовного значення;

в) фактичне значення – значення, отримане у результаті виміру при практичному дослідженні.

Виходячи з цих понять, і було розглянуто наведені критерії оцінювання:

1) Пропускна спроможність (Пс) – відносна характеристика, що залежить від відношення

розрахункового (Π_p) чи фактичного (Π_ϕ) значення до орієнтовного (Π_o).

Для етапу розробки: $\Pi_c = \Pi_p / \Pi_o$. Для етапу експлуатації: $\Pi_c = \Pi_\phi / \Pi_o$.

2) Максимальна довжина транспортної ділянки D_{\max} є властивою характеристикою для етапу розробки, бо представляє собою орієнтовну границю проміжку допустимих для реалізації значень.

Пропонується описати оцінку експоненціальною функцією, що наведена на рисунку 1, бо зі збільшенням відстані збільшується ріст корисності даної ділянки.

$$D_{\max} = \exp(x/50),$$

де $1/50$ – масштабуючий коефіцієнт, кількісне значення якого вибране для зручності масштабування. Він може бути будь яким, більшим за нуль, бо, як вважалось раніше, у рейтинговій системі важлива не вага умовної одиниці, а відношення ваги одного об'єкта до іншого. Головне те, що кожна телекомунікаційна система буде оцінюватися з цим коефіцієнтом.

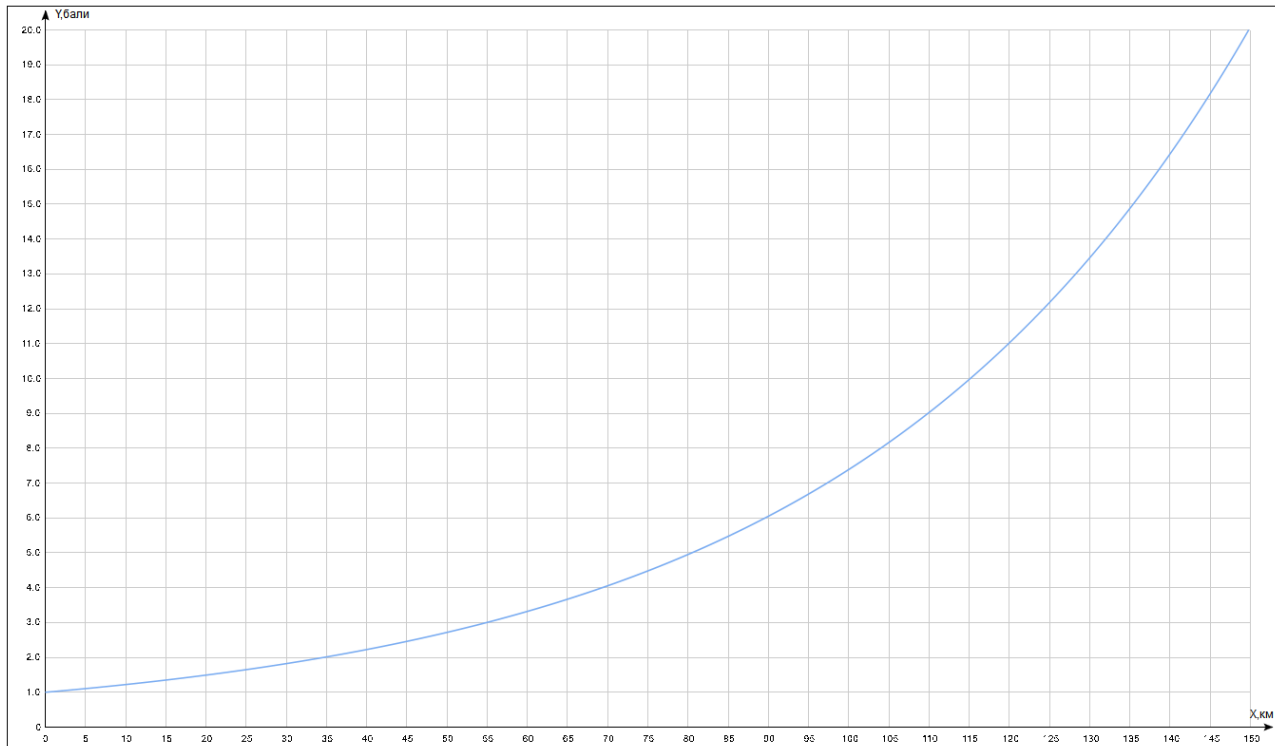


Рис. 1. Графік росту оцінки максимальної довжини транспортної ділянки

3) Максимальна відстань до абонента. Як і у випадку з максимальною довжиною транспортної ділянки, пропонується використати експоненціальну функцію, але з коефіцієнтом 2, що у 100 раз більше за $1/50$, як це показано на рисунку 2.

$$D_{\max} = \exp(2x)$$

4) Час відновлення зв'язку в оцінці часу відновлення зв'язку головну роль грає відношення орієнтовного часу до розрахункового чи фактичного. Це той випадок, коли оцінка буде вища, коли розрахунковий (\mathcal{C}_p) чи фактичний (\mathcal{C}_ϕ) час відновлення буде значно менше орієнтовного (\mathcal{C}_o).

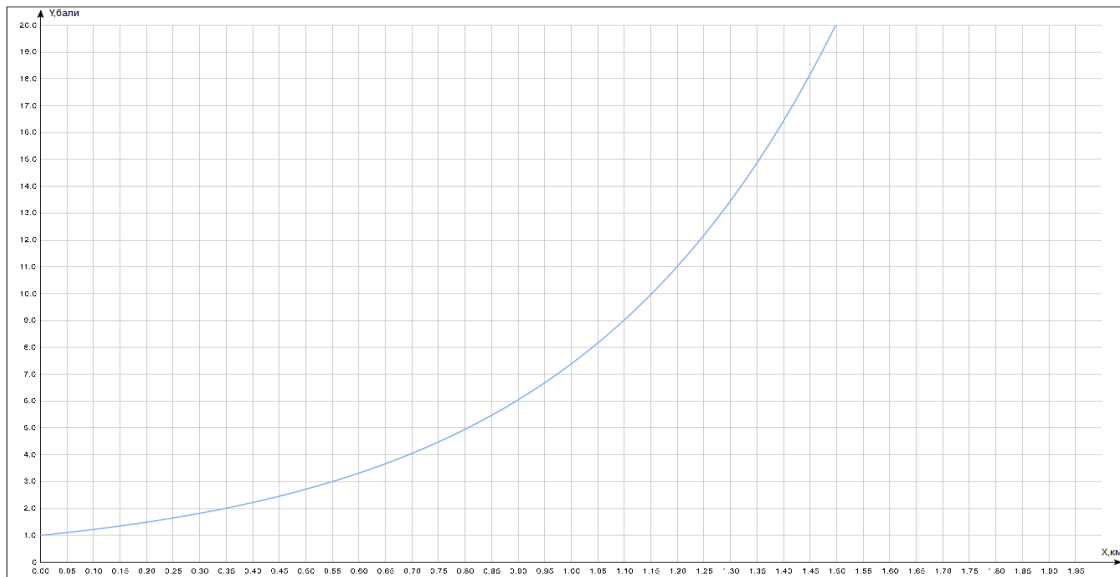


Рис. 2. Графік росту оцінки максимальної відстані до абонента

Для етапу розробки: $\mathcal{C}_B = \mathcal{C}_O / \mathcal{C}_P$,

Для етапу експлуатації: $\mathcal{C}_B = \mathcal{C}_O / \mathcal{C}_F$, де \mathcal{C}_B – час відновлення зв'язку.

Залежність проміжної оцінки від відношення орієнтовного часу до фактичного наведено на рисунку 3.

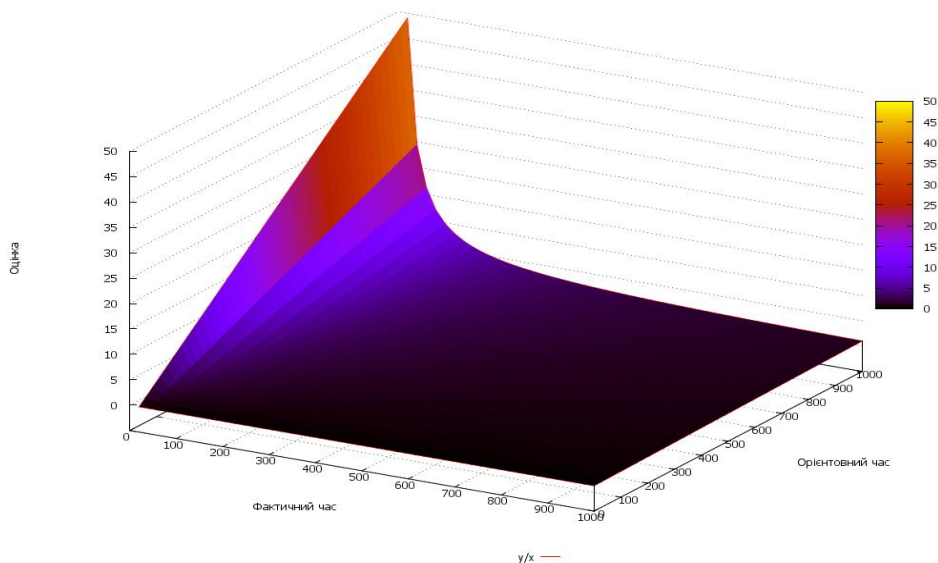


Рис. 3. Відношення орієнтовного часу до фактичного

5) Максимальна швидкість ($\mathcal{Ш}_M$) – відносна характеристика, що залежить від відношення розрахункового ($\mathcal{Ш}_P$) чи фактичного ($\mathcal{Ш}_F$) значення до орієнтовного ($\mathcal{Ш}_O$).

Для етапу розробки: $\mathcal{Ш}_M = \mathcal{Ш}_P / \mathcal{Ш}_O$.

Для етапу експлуатації: $\mathcal{Ш}_M = \mathcal{Ш}_F / \mathcal{Ш}_O$.

6) Можливість управління навантаженням. Оцінити можливість управління навантаженням (X_M) поки що можна лише експертною оцінкою, що ґрунтується на чіткій відповідності тих чи інших параметрів проміжку $[0;5]$, вибірково до цілих чисел. Точна відповідність в даній роботі не розглядається.

Для етапу розробки: $X_M \in [0;5]$.

Для етапу експлуатації: $X_M \in [0;5]$.

7) Підтримка резервування. Оцінити підтримку резервування (X_P) поки що можна лише експертною оцінкою, що ґрунтується на чіткій відповідності тих чи інших параметрів проміжку $[0;5]$, вибірково до цілих чисел. Точна відповідність в даній роботі не розглядається.

Для етапу розробки: $X_P \in [0;5]$.

Для етапу експлуатації: $X_P \in [0;5]$.

8) Ефективність управління. Оцінити ефективність управління X_E поки що можна лише експертною оцінкою, що ґрунтується на чіткій відповідності тих чи інших параметрів проміжку $[0;5]$,

вибірково до цілих чисел. Точна відповідність в даній роботі не розглядається.

Для етапу розробки: $X_{ey} \in [0;5]$.

Для етапу експлуатації: $X_{ey} \in [0;5]$.

9) Доступність обладнання. Оцінити доступність обладнання ($X_{до}$) поки що можна лише експертною оцінкою, що ґрунтується на чіткій відповідності тих чи інших параметрів проміжку $[0;5]$, вибірково до цілих чисел. Точна відповідність в даній роботі не розглядається.

Для етапу розробки: $X_{до} \in [0;5]$.

10) Доступність спеціалістів. Оцінити доступність спеціалістів ($X_{дс}$) поки що можна лише експертною оцінкою, що ґрунтується на чіткій відповідності тих чи інших параметрів проміжку $[0;5]$, вибірково до цілих чисел. Точна відповідність в даній роботі не розглядається.

Для етапу розробки: $X_{дс} \in [0;5]$.

11) Наявність готових рішень. Оцінити наявність готових рішень ($X_{гр}$) поки що можна лише експертною оцінкою, що ґрунтується на чіткій відповідності тих чи інших параметрів проміжку $[0;5]$, вибірково до цілих чисел. Точна відповідність в даній роботі не розглядається.

Для етапу розробки: $X_{гр} \in [0;5]$.

12) Рівень стандартизації. Оцінити рівень стандартизації ($X_{рс}$) поки що можна лише експертною оцінкою, що ґрунтується на чіткій відповідності тих чи інших параметрів проміжку $[0;5]$, вибірково до цілих чисел. Точна відповідність в даній роботі не розглядається.

Для етапу розробки: $X_{рс} \in [0;5]$.

Для етапу експлуатації: $X_{рс} \in [0;5]$.

13) Сумісність з видами навантаження. Оцінити сумісність з видами навантаження ($X_{сн}$) поки що можна лише експертною оцінкою, що ґрунтується на

чіткій відповідності тих чи інших параметрів проміжку $[0;5]$, вибірково до цілих чисел. Точна відповідність в даній роботі не розглядається.

Для етапу розробки: $X_{сн} \in [0;5]$.

Для етапу експлуатації: $X_{сн} \in [1;5]$.

14) Сумісність із середовищем передачі. Оцінити сумісність із середовищем передачі ($X_{сс}$) поки що можна лише експертною оцінкою, що ґрунтується на чіткій відповідності тих чи інших параметрів проміжку $[0;5]$, вибірково до цілих чисел. Точна відповідність в даній роботі не розглядається.

Для етапу розробки: $X_{сс} \in [0;5]$.

Для етапу експлуатації: $X_{сс} \in [1;5]$.

15) Підтримка управління діями абонента. Оцінити підтримку управління діями абонента ($X_{пу}$) поки що можна лише експертною оцінкою, що ґрунтується на чіткій відповідності тих чи інших параметрів проміжку $[0;1]$, вибірково до цілих чисел. Точна відповідність в даній роботі не розглядається.

Для етапу розробки: $X_{пу} \in [0;1]$.

Для етапу експлуатації: $X_{пу} \in [0;1]$.

16) Сумісність обладнання різних виробників. Сумісність обладнання різних виробників найкраще можна оцінити, представивши кількість сумісних пропозицій по кожному обладнанню в залежності, де максимальна ефективність буде представлена при однакових значеннях змінних, і зростатиме при рості цього значення експоненціально.

$$C_o = (P_1 * P_2 * \dots P_n) / n * (P_1 + P_2 + \dots + P_n),$$

де P_n – пропозиція обладнання за порядковим номером “n”

На рисунку 4. продемонстровано залежність оцінки від комбінацій пропозицій при 2 змінних.

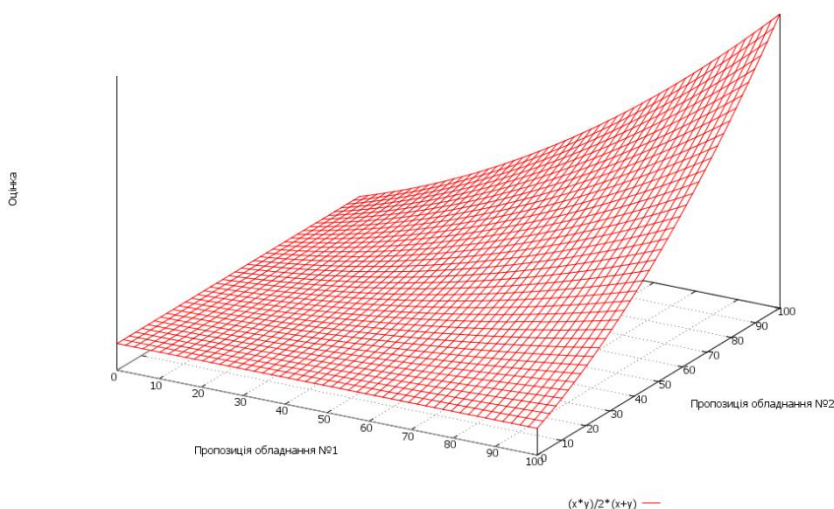


Рис. 4. Залежність оцінки від комбінацій пропозицій при 2 змінних

Всі оцінки мають бути поєднані в групи за властивостями, а при розробці підсумкових оцінок для кожного етапу, треба враховувати вплив кожної групи оцінок на загальну за важливістю. Для цього потрібно ввести систему вагових коефіцієнтів.

Оцінки в кожній групі, окрім групи, де фігурує бальна градація, мають бути перемножені, бо максимальне значення групової оцінки досягається лише за найбільших значень кожного множника, як це показано на рисунку 5

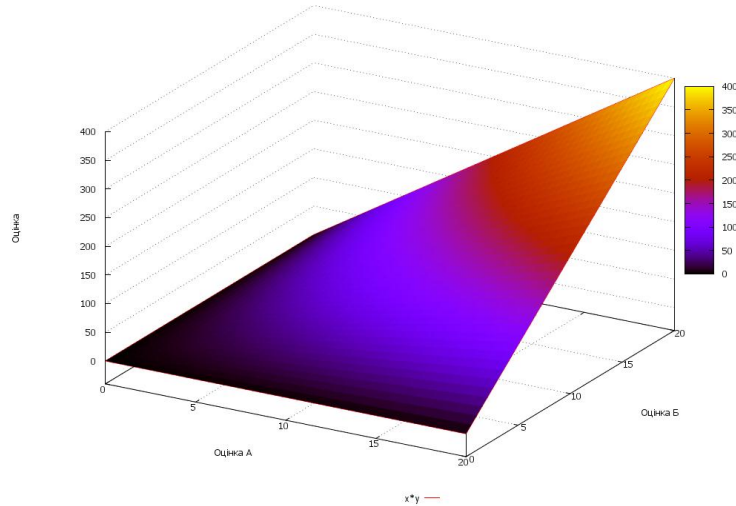


Рис. 5. Залежність оцінки від добутку проміжних оцінок

Для підсумкової кількісної оцінки (Q) якості телекомунікаційної системи на етапі розробки:

а) Перша група проміжних оцінок за властивостями

$$Q_1 = P_c * C_v * Sh_p,$$

де P_c – пропускна спроможність (оцінка); C_v – час відновлення (оцінка);

Sh_p – максимальна швидкість передачі (оцінка).

б) Друга група проміжних оцінок за властивостями

$$Q_2 = D_{maxT} * D_{maxA},$$

де D_{maxT} – максимальна довжина транспортної ділянки (оцінка);

D_{maxA} – максимальна відстань до абонента (оцінка).

в) Третя група проміжних оцінок за властивостями

$$Q_3 = (X_{my} * X_{pr} * X_{ey} * X_{do} * X_{ds} * X_{gr} * X_{rc}) / 7 * (X_{my} + X_{pr} + X_{ey} + X_{do} + X_{ds} + X_{gr} + X_{rc}),$$

де X_{my} – можливість управління навантаженням;

X_{pr} – підтримка резервування;

X_{ey} – ефективність управління;

X_{do} – доступність обладнання;

X_{ds} – доступність спеціалістів;

X_{gr} – наявність готових рішень;

X_{rc} – рівень стандартизації.

г) Четверта група проміжних оцінок за властивостями

$$Q_4 = X_{cn} * X_{cs},$$

де X_{cn} – сумісність із видами навантаження;

X_{cs} – сумісність із середовищем передачі.

д) П'ята група проміжних оцінок за властивостями

$$Q_5 = X_{py},$$

де X_{py} – підтримка управління діями абонента.

е) Шоста група проміжних оцінок за властивостями

$$Q_6 = C_o,$$

де C_o – сумісність обладнання різних абонентів.

Загальна формула для цього етапу має вигляд:

$$Q = (0.3Q_1) * (0.25Q_2) * (0.1Q_3) * (0.1Q_4) * (0.2Q_5) * (0.05Q_6),$$

де кожній групі проміжних оцінок присвоєно ваговий коефіцієнт. Оскільки загальна формула складається лише із множників, вагові коефіцієнти можна перемножити одразу.

Для підсумкової кількісної оцінки (Q) якості телекомунікаційної системи на етапі експлуатації:

а) Перша група проміжних оцінок за властивостями

$$Q_1 = P_c * C_v * Sh_p,$$

де P_c – пропускна спроможність (оцінка);

C_v – час відновлення (оцінка);

Sh_p – максимальна швидкість передачі (оцінка).

б) Друга група проміжних оцінок за властивостями.

$$Q_2 = (X_{my} * X_{pr} * X_{ey} * X_{rc}) / 7 * (X_{my} + X_{pr} + X_{ey} + X_{rc}),$$

де X_{my} – можливість управління навантаженням;

X_{pr} – підтримка резервування;

X_{ey} – ефективність управління;

X_{pc} – рівень стандартизації.

в) Третя група проміжних оцінок за властивостями.

$$Q_3 = X_{cn} * X_{cc},$$

де X_{cn} – сумісність із видами навантаження;

X_{cc} – сумісність із середовищем передачі.

г) Четверта група проміжних оцінок за властивостями.

$$Q_4 = X_{py},$$

де X_{py} – підтримка управління діями абонента.

Загальна формула для цього етапу має вигляд:

$$Q = (0.5Q_1) * (0.2Q_2) * (0.1Q_3) * (0.2Q_4),$$

де кожній групі проміжних оцінок присвоєно ваговий коефіцієнт. Оскільки загальна формула складається лише із множників, вагові коефіцієнти можна перемножити одразу.

Висновки. 1) Досліджено можливість двоїстого підходу до критеріїв оцінки телекомунікаційних систем, згідно якого кожен із них був досліджений щодо приналежності до однієї з двох груп:

– перша група – критерії, що впливають на оцінку на етапі розробки та проектування;

– друга – критерії, які впливають на оцінку безпосередньо у процесі експлуатації.

2) Виходячи з отриманих даних розроблено дві загальні оцінки, для кожного етапу окремо, що дозволить оцінювати якість телекомунікаційних систем на етапі розробки та на етапі експлуатації.

Список літератури

1. Закон України «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки» від 11.07.2001 № 2623-III з наступними змінами і доповненнями. [Електронний ресурс] //Офіційний сайт Верховної Ради України.
2. Стратегія інноваційного розвитку України на 2010–2020 роки в умовах глобалізаційних викликів. [Електронний ресурс] // Комітет з питань науки і освіти.

3. Тви́сс Б. Управление научно – техническими нововведениями / Б.Тви́сс [пер. англ.; авт. пред. и науч. ред. К.Ф.Пузыня]. –М. Экономика, 1989. –272с
4. Кундеева Г. А. Основные категории теории инноваций / Г. А. Кундеева // Прометей. – 2007. – №3. – С. 114-119.
5. Друкер П.Ф. Рынок: как выйти в лидеры / П. Ф. Друкер. – М.: Буксмер Интернешнл, 1992. – 458 с.
6. Антонюк Л. Л. Інновації: теорія, механізм розробки та комерціалізації: монографія / Л. Л. Антонюк, А. М. Поручник, В. С. Савчук. – К.: КНЕУ, 2003. – 394 с.
7. Тубалов В. С. Закономерности инновационного развития российских промышленных предприятий: мезоэкономический анализ: автореф. дис. на соискание учен. степени канд. экон.: спец. 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством» / В. С. Тубалов. – Москва, 2005. – 21с.
8. Каптур В.А. «Оценка эффективности реорганизации телекоммуникационных сетей.» Презентация. Одесская национальная академия зв'язку ім. О.С. Попова., 2012 р. – 21с.

Bibliography (transliterated)

1. Zakon Ukrainyini «Pro prioritetni napryami rozvritku nauki i tehniki» vid 11.07.2001 No 2623-III z nastupnimi zminami i dopovnenniyami. [Elektronnij resurs] //Oficijnij sajт Verhovnoyi Radi Ukrainyini.
2. Strategiya innovacijnogo rozvritku Ukrainyini na 2010–2020 roki v umovah globalizacijnih viklikiv. [Elektronnij resurs] // Komitet z pitan nauki i osviti.
3. Tvíss B. Upravlenie nauchno – tehničeskimi novovvedeniyami / B.Tvíss [per. angl.; avt. pred. i nauch. red. K.F.Puzynya]. – Moscow: Ekonomika, 1989. – 272 p.
4. Kundeeva G. A. Osnovnye kategorii teorii innovacij / G. A. Kundeeva // Prometej. – 2007. – №3. – P. 114–119.
5. Druker P.F. Rynok: kak vyjti v lidery / P. F. Druker. – Moscow: Buxsmer Interneshenl, 1992. – 458 p.
6. Antonyuk L. L. Innovaciya: teoriya, mehanizm rozrobki ta komercializaciya: monografiya / L. L. Antonyuk, A. M. Poruchnik, V. S. Savchuk. – Kyev: KNEU, 2003. – 394 p.
7. Tubalov V. S. Zakonomernosti innovacionnogo razvitiya rossijskih promyshlennyh predpriyatij: mezoekonomičeskij analiz: avtoref. dis. na soiskanie učen. stepeni kand. ekon.: spec. 08.00.05 «Ekonomika i upravlenie narodnym hozyajstvom» / V. S. Tubalov. – Moscow, 2005. – 21 p.
8. Kaptur V.A. «Ocenka effektivnosti reorganizacii telekommunikacionnyh setej.» Prezentacija. Odeska nacionalna akademiya zv'yazku im. O.S. Popova., 2012. – 21 p.

Надійшло (received) 25.06.18

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Смолін Юрій Олександрович (Смолин Юрий Александрович, Smolin Yuri Alexandrovich) – кандидат технічних наук, національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», доцент кафедри комп'ютерних та радіоелектронних систем контролю та діагностики; тел (067)4583735; e-mail: uas8735@gmail.com